

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
09. Juli 2020 (09.07.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/141019 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H02M 7/483 (2007.01) H02M 1/14 (2006.01)
H02M 1/12 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/050098

(22) Internationales Anmeldedatum:
03. Januar 2019 (03.01.2019)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(71) Anmelder: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
[DE/DE]; Werner-von-Siemens-Straße 1, 80333 München
(DE).

(72) Erfinder: PIESCHEL, Martin; Salzbrunner Str. 12,
90473 Nürnberg (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

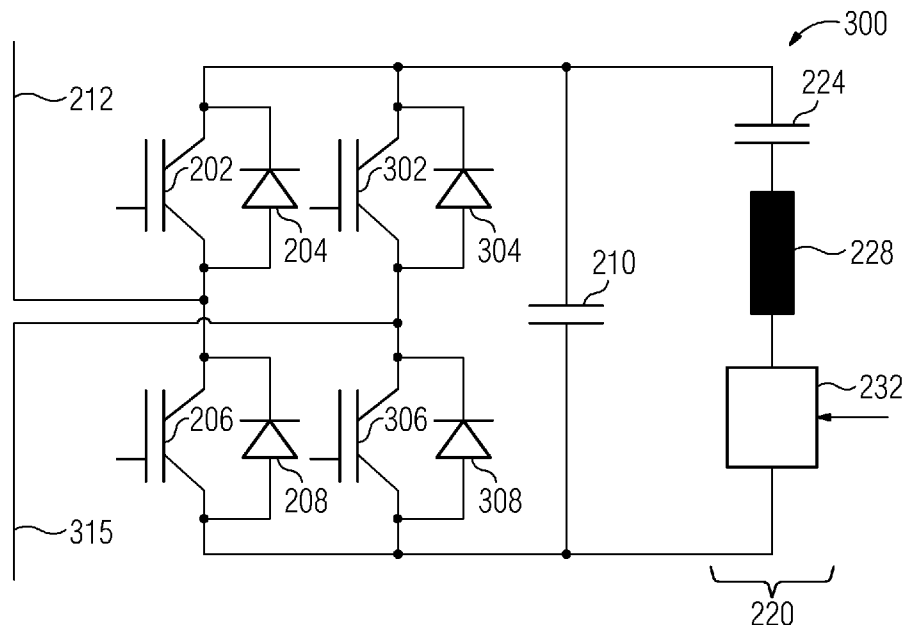
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN,
KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO,
NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW,
SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ,
DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT,
LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI,
SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN,
GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(54) Title: MODULE OF A MODULAR MULTILEVEL CONVERTER

(54) Bezeichnung: MODUL EINES MODULAREN MULTILEVELSTROMRICHTERS

FIG 3



(57) Abstract: The invention relates to a module (200) of a modular multilevel converter (1), wherein said module comprises a first electronic switching element (202), a second electronic switching element (206) and an electrical energy store (210). The energy store (210) is provided with a filter circuit (220) which reduces an alternating component in the voltage of the energy store (210).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Modul (200) eines modularen Multilevelstromrichters (1), das ein erstes elektronisches Schaltelement (202), ein zweites elektronisches Schaltelement (206) und einen elektrischen Energiespeicher (210) aufweist. Der Energiespeicher (210) ist mit einer Filterschaltung (220) versehen, die einen Wechselanteil in der Spannung des Energiespeichers (210) verringert.

Veröffentlicht:

- *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

Beschreibung

Modul eines modularen Multilevelstromrichters

5 Die Erfindung betrifft ein Modul eines modularen
Multilevelstromrichters, das ein erstes elektronisches
Schaltelement, ein zweites elektronisches Schaltelement und
einen elektrischen Energiespeicher aufweist. Weiterhin
10 betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Verringern eines
Wechselanteils bei einem solchen Modul. Derartige Module sind
Bestandteile von modularen Multilevelstromrichtern, die an
ein elektrisches Übertragungsnetz angeschlossen sein können.

Der Energiespeicher der Module kann ein Kondensator sein; die
15 Spannung des Energiespeichers ist dann die
Kondensatorspannung. Die Energiespeicherspannung
(insbesondere die Kondensatorspannung) der Module kann einen
unerwünschten Wechselanteil (Spannungsripple) aufweisen. Die
Amplitude des Wechselanteils kann abhängig von der mittleren
20 Kondensatorspannung, der Kondensatorkapazität, der Anzahl an
verbauten Modulen und/oder dem von dem Stromrichter
bereitgestellten Strom sein. Dieser Wechselanteil der Modul-
Energiespeicher verringert die verfügbare/nutzbare Spannung,
die ein modularer Multilevelstromrichter an seinen
25 Anschlüssen ausgeben kann. Ein Grund dafür ist, dass auch die
kleine Amplitude des Wechselanteils bei der Auslegung des
Stromrichters in Bezug auf die maximal zulässige Spannung
berücksichtigt werden muss. Als Abhilfe könnte man die
Kapazität des Modul-Energiespeichers vergrößern oder die
30 Anzahl der im Stromrichter verbauten Module vergrößern. In
beiden Fällen steigen die Kosten durch zusätzlich verbaute
Elemente. Zudem steigt das Gewicht des Stromrichters, was zu
konstruktiven Problemen führen kann, die nur durch
zusätzlichen Materialaufwand gelöst werden können. Falls
35 zusätzliche Module verbaut werden, steigen auch die Kosten
durch Energieverluste in den Modulen beim Betrieb.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Modul und ein Verfahren anzugeben, mit denen die Module des modularen Multilevelstromrichters bezüglich deren Ausgangsspannung besser ausgenutzt werden können.

5

Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Modul und durch ein Verfahren nach den unabhängigen Patentansprüchen. Vorteilhafte Ausgestaltungen des Moduls und des Verfahrens sind in den abhängigen Patentansprüchen angegeben.

10

Offenbart wird ein Modul eines modularen Multilevelstromrichters, das ein erstes elektronisches Schaltelement, ein zweites elektronisches Schaltelement und einen elektrischen Energiespeicher aufweist, wobei

15 - der Energiespeicher mit einer Filterschaltung versehen ist, die einen Wechselanteil in der Spannung des Energiespeichers verringert (dämpft). Der Wechselanteil kann insbesondere ein Wechselspannungsanteil sein, wenn die Spannung des Energiespeichers eine Gleichspannung ist. Ein Modul eines
20 modularen Multilevelstromrichters wird manchmal auch als ein Submodul bezeichnet.

Das Modul kann so ausgestaltet sein, dass

25 - die Filterschaltung einen Kondensator und eine Drossel aufweist.

Mittels des Kondensators und der Drossel (Drosselspule, induktivitätsbehaftetes Bauelement) kann der Wechselanteil verringert werden.

30 Das Modul kann auch so ausgestaltet sein, dass

- die Filterschaltung eine Reihenschaltung aus dem Kondensator und der Drossel aufweist.

Damit ergibt sich ein passiver Saugkreis, mit dem der Wechselanteil verringert werden kann.

35

Das Modul kann so ausgestaltet sein, dass

- die Resonanzfrequenz der Reihenschaltung aus dem Kondensator und der Drossel um den Faktor 1,2 bis 4,

insbesondere um den Faktor 1,5 bis 3, größer ist als die Frequenz des Wechselanteils der Spannung des Energiespeichers. Dadurch können der Kondensator und die Drossel räumlich klein realisiert werden.

5

Das Modul kann auch so ausgestaltet sein, dass
- die Filterschaltung eine aktive Filterschaltung ist. Damit lassen sich vorteilhafterweise Wechselanteile verschiedener Frequenzen verringern.

10

Das Modul kann so ausgestaltet sein, dass
- die Filterschaltung eine Reihenschaltung aus dem Kondensator, der Drossel und einer steuerbaren Wechselspannungsquelle aufweist.

15

Die steuerbare Wechselspannungsquelle stellt ein aktives Element dar, mit dem vorteilhafterweise Wechselanteile verschiedener, variabler Frequenzen verringert werden können.

Das Modul kann auch so ausgestaltet sein, dass

20

- die steuerbare Wechselspannungsquelle ein Stromrichter, insbesondere ein Wechselrichter, ist.

Mittels eines solchen Stromrichters kann vorteilhafterweise eine Spannung unterschiedlichster Frequenz und Phasenlage erzeugt werden. Mit dieser Spannung kann der Energiespeicher beaufschlagt werden, um den Wechselanteil in der Energiespeicher-Spannung zu verringern/dämpfen.

25

Das Modul kann so ausgestaltet sein, dass

- die steuerbare Wechselspannungsquelle eine

30

Vollbrückenschaltung aufweist. Eine solche Vollbrückenschaltung weist insbesondere 4 elektronische Schaltelemente und einen elektrischen Energiespeicher auf. Die 4 elektronischen Schaltelemente können vorzugsweise schnell schalten, brauchen aber nur eine relativ geringe Stromtragfähigkeit zu haben. Die steuerbare Wechselspannungsquelle kann also prinzipiell gleichartig aufgebaut sein wie ein Modul des modularen

35

Multilevelstromrichters in Vollbrückenschaltung (Vollbrücken-Modul) ohne Filterschaltung.

Das Modul kann auch so ausgestaltet sein, dass

- 5 - die Bemessungsleistung des Stromrichters zwischen 5% und 30% der Bemessungsleistung des Moduls, insbesondere zwischen 10% und 20% der Bemessungsleistung des Moduls, beträgt. Vorzugsweise ist also ein Stromrichter relativ kleiner Leistung (bezogen auf die Modulleistung) ausreichend für die
10 Filterschaltung.

Das Modul kann so ausgestaltet sein, dass

- die Filterschaltung parallel zu dem Energiespeicher geschaltet ist. Dadurch wirkt die von der Filterschaltung
15 erzeugte bzw. bereitgestellte Spannung unmittelbar auf die Energiespeicherspannung ein.

Das Modul kann auch so ausgestaltet sein, dass

- das erste elektronische Schaltelement und das zweite
20 elektronische Schaltelement (des Moduls) in einer Halbbrückenschaltung angeordnet sind. In diesem Fall kann das Modul insbesondere als ein sogenanntes Halbbrücken-Modul ausgestaltet sein.

- 25 Das Modul kann so ausgestaltet sein, dass

- das Modul ein drittes elektronisches Schaltelement und ein viertes elektronisches Schaltelement aufweist, wobei das erste elektronische Schaltelement, das zweite elektronische Schaltelement, das dritte elektronische Schaltelement und das
30 vierte elektronische Schaltelement in einer Vollbrückenschaltung angeordnet sind. In diesem Fall kann das Modul als ein sogenanntes Vollbrücken-Modul ausgestaltet sein.

- 35 Offenbart wird weiterhin ein modularer Multilevelstromrichter mit mindestens einem Modul nach einer der vorstehend beschriebenen Ausführungen.

Offenbart wird auch ein Verfahren zum Verringern eines Wechselanteils bei einem Modul eines modularen Multilevelstromrichters, das ein erstes elektronisches Schaltelement, ein zweites elektronisches Schaltelement und einen elektrischen Energiespeicher aufweist, wobei bei dem Verfahren

- mittels einer an den Energiespeicher angeschlossenen Filterschaltung ein in der Spannung des Energiespeichers auftretender Wechselanteil verringert wird.

Das Verfahren kann so ablaufen, dass

- die Filterschaltung eine Reihenschaltung aus einem Kondensator, einer Drossel und einer steuerbaren Wechselspannungsquelle aufweist, und die steuerbare Wechselspannungsquelle derart angesteuert wird, dass diese eine Wechselspannung erzeugt, die dieselbe Frequenz und eine entgegengesetzte Phasenlage wie der Wechselanteil aufweist. Dabei kann zuvor insbesondere der zeitliche Verlauf der Spannung des Energiespeichers gemessen/ermittelt werden und aus dem gemessenen/ermittelten zeitlichen Verlauf die Frequenz und/oder die Phase des Wechselanteils bestimmt werden.

Das Verfahren kann so ablaufen, dass

- die steuerbare Wechselspannungsquelle ein Stromrichter, insbesondere ein Wechselrichter, ist.

Das Verfahren kann auch so ablaufen, dass

- die steuerbare Wechselspannungsquelle eine Vollbrückenschaltung aufweist.

Das Verfahren kann so ablaufen, dass

- die Filterschaltung parallel zu dem Energiespeicher geschaltet ist.

Das Verfahren kann auch so ablaufen, dass

- das erste elektronische Schaltelement und das zweite elektronische Schaltelement in einer Halbbrückenschaltung angeordnet sind.

- 5 Das Verfahren kann so ablaufen, dass
- das Modul ein drittes elektronisches Schaltelement und ein viertes elektronisches Schaltelement aufweist, wobei das erste elektronische Schaltelement, das zweite elektronische Schaltelement, das dritte elektronische Schaltelement und das
- 10 vierte elektronische Schaltelement in einer Vollbrückenschaltung angeordnet sind.

Das beschriebene Modul und das beschriebene Verfahren weisen gleiche beziehungsweise gleichartige Vorteile auf.

- 15 Im Folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert. Gleiche Bezugszeichen verweisen dabei auf gleiche oder gleichwirkende Elemente. Dazu ist in

- 20
- Figur 1 ein Ausführungsbeispiel eines modularen Multilevelstromrichters, in
- Figur 2 ein Ausführungsbeispiel eines Moduls des modularen Multilevelstromrichters in Form eines Halbbrücken-
- 25 Moduls, in
- Figur 3 ein Ausführungsbeispiel eines Moduls des modularen Multilevelstromrichters in Form eines Vollbrücken-
- 30 Moduls, in
- Figur 4 ein Ausführungsbeispiel eines an ein Energieversorgungsnetz angeschlossenen modularen Multilevelstromrichters, in
- 35
- Figur 5 ein Ausführungsbeispiel von Konvertermodulen des Multilevelstromrichters in einer Dreieckschaltung, in

Figur 6 ein Ausführungsbeispiel von Konvertermodulen des Multilevelstromrichters in einer Brückenschaltung, in

5

Figur 7 ein Ausführungsbeispiel von Konvertermodulen des Multilevelstromrichters in einer Sternschaltung, in

Figur 8 ein detaillierteres Ausführungsbeispiel der Konvertermodule, in

10

Figur 9 ein weiteres Ausführungsbeispiel von Modulen des modularen Multilevelstromrichters, in

Figur 10 ein Ausführungsbeispiel eines Powermoduls, in

15

Figur 11 ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Powermoduls, in

Figur 12 ein Ausführungsbeispiel eines Kondensatormoduls, und in

20

Figur 13 ein Ausführungsbeispiel einer Filterschaltung

dargestellt.

25

In Figur 1 ist ein Ausführungsbeispiel eines Stromrichters 1 in Form eines modularen Multilevelstromrichters 1 dargestellt. Dieser Multilevelstromrichter 1 weist einen ersten Wechselspannungsanschluss 5, einen zweiten Wechselspannungsanschluss 7 und einen dritten Wechselspannungsanschluss 9 auf. Der erste Wechselspannungsanschluss 5 ist elektrisch mit einem ersten Phasenmodulzweig 11 und einem zweiten Phasenmodulzweig 13 verbunden. Der erste Phasenmodulzweig 11 und der zweite Phasenmodulzweig 13 bilden ein erstes Phasenmodul 15 des Stromrichters 1. Das dem ersten Wechselspannungsanschluss 5 abgewandte Ende des ersten Phasenmodulzweigs 11 ist mit einem

30

35

ersten Gleichspannungsanschluss 16 elektrisch verbunden; das dem ersten Wechselspannungsanschluss 5 abgewandte Ende des zweiten Phasenmodulzweigs 13 ist mit einem zweiten Gleichspannungsanschluss 17 elektrisch verbunden. Der erste Gleichspannungsanschluss 16 ist ein positiver Gleichspannungsanschluss; der zweite Gleichspannungsanschluss 17 ist ein negativer Gleichspannungsanschluss.

Der zweite Wechselspannungsanschluss 7 ist mit einem Ende eines dritten Phasenmodulzweigs 18 und mit einem Ende eines vierten Phasenmodulzweigs 21 elektrisch verbunden. Der dritte Phasenmodulzweig 18 und der vierte Phasenmodulzweig 21 bilden ein zweites Phasenmodul 24. Der dritte Wechselspannungsanschluss 9 ist mit einem Ende eines fünften Phasenmodulzweigs 27 und mit einem Ende eines sechsten Phasenmodulzweigs 29 elektrisch verbunden. Der fünfte Phasenmodulzweig 27 und der sechste Phasenmodulzweig 29 bilden ein drittes Phasenmodul 31.

Das dem zweiten Wechselspannungsanschluss 7 abgewandte Ende des dritten Phasenmodulzweigs 18 und das dem dritten Wechselspannungsanschluss 9 abgewandte Ende des fünften Phasenmodulzweigs 27 sind mit dem ersten Gleichspannungsanschluss 16 elektrisch verbunden. Das dem zweiten Wechselspannungsanschluss 7 abgewandte Ende des vierten Phasenmodulzweigs 21 und das dem dritten Wechselspannungsanschluss 9 abgewandte Ende des sechsten Phasenmodulzweigs 29 sind mit dem zweiten Gleichspannungsanschluss 17 elektrisch verbunden. Der erste Phasenmodulzweig 11, der dritte Phasenmodulzweig 18 und der fünfte Phasenmodulzweig 27 bilden ein positivseitiges Stromrichterteil 32; der zweite Phasenmodulzweig 13, der vierte Phasenmodulzweig 21 und der sechste Phasenmodulzweig 29 bilden ein negativseitiges Stromrichterteil 33.

Jeder Phasenmodulzweig weist eine Mehrzahl von Modulen (1_1, 1_2, 1_3, 1_4 ... 1_n; 2_1 ... 2_n; usw.) auf, welche (mittels ihrer Modulanschlüsse) elektrisch in Reihe geschaltet sind.

Solche Module werden auch als Submodule bezeichnet. Im Ausführungsbeispiel der Figur 1 weist jeder Phasenmodulzweig n Module auf. Die Anzahl der mittels ihrer Modulanschlüsse elektrisch in Reihe geschalteten Module kann sehr verschieden
5 sein, mindestens sind drei Module in Reihe geschaltet, es können aber auch beispielsweise 50, 100 oder mehr Module elektrisch in Reihe geschaltet sein. Im Ausführungsbeispiel ist $n = 36$: der erste Phasenmodulzweig 11 weist also 36 Module 1_1, 1_2, 1_3, ... 1_36 auf. Die anderen
10 Phasenmodulzweige 13, 18, 21, 27 und 29 sind gleichartig aufgebaut.

Im linken Bereich der Figur 1 ist schematisch eine Steuereinrichtung 35 für die Module 1_1 bis 6_n dargestellt.
15 Von dieser zentralen Steuereinrichtung 35 werden optische Nachrichten bzw. optische Signale über eine optische Kommunikationsverbindung 37 (zum Beispiel über einen Lichtwellenleiter) zu den einzelnen Modulen übertragen. Die Nachrichtenübertragung zwischen der Steuereinrichtung und
20 einem Modul ist jeweils symbolhaft durch eine Linie 37 dargestellt; die Richtung der Nachrichtenübertragung ist durch die Pfeilspitzen an den Linien 37 symbolisiert. Dies ist am Beispiel der Module 1_1, 1_4 und 4_5 dargestellt; zu den anderen Modulen werden auf die gleiche Art und Weise
25 Nachrichten gesendet beziehungsweise von diesen Modulen Nachrichten empfangen. Beispielsweise sendet die Steuereinrichtung 35 an die einzelnen Module jeweils einen Sollwert für den Schaltzustand der elektronischen Schaltelemente.

30 In Figur 2 ist ein Ausführungsbeispiel eines Moduls 200 des modularen Multilevelstromrichters 1 dargestellt. Bei dem Modul kann es sich beispielsweise um eines der in Figur 1 dargestellten Module 1_1 ... 6_n handeln. Es können auch
35 mehrere oder alle Module des modularen Multilevelstromrichters 1 so ausgestaltet sein wie das dargestellte Modul.

Das Modul 200 ist als ein Halbbrücken-Modul 200 ausgestaltet. Das Modul 200 weist ein erstes (abschaltbares) elektronisches Schaltelement 202 (erstes abschaltbares Halbleiterventil 202) mit einer ersten antiparallel geschalteten Diode 204 auf.

5 Weiterhin weist das Modul 200 ein zweites (abschaltbares) elektronisches Schaltelement 206 (zweites abschaltbares Halbleiterventil 206) mit einer zweiten antiparallel geschalteten Diode 208 sowie einen elektrischen
Energiespeicher 210 in Form eines Kondensators 210 auf. Das
10 erste elektronische Schaltelement 202 und das zweite elektronische Schaltelement 206 sind jeweils als ein IGBT (insulated-gate bipolar transistor) ausgestaltet. Das erste elektronische Schaltelement 202 ist elektrisch in Reihe geschaltet mit dem zweiten elektronischen Schaltelement 206.
15 Am Verbindungspunkt zwischen den beiden elektronischen Schaltelementen 202 und 206 ist ein erster Modulanschluss 212 angeordnet. An dem Anschluss des zweiten elektronischen Schaltelements 206, welcher dem Verbindungspunkt gegenüberliegt, ist ein zweiter Modulanschluss 215
20 angeordnet. Der zweite Modulanschluss 215 ist weiterhin mit einem ersten Anschluss des Energiespeichers 210 elektrisch verbunden; ein zweiter Anschluss des Energiespeichers 210 ist elektrisch verbunden mit dem Anschluss des ersten elektronischen Schaltelements 202, der dem Verbindungspunkt
25 gegenüberliegt.

Der Energiespeicher 210 ist also elektrisch parallel geschaltet zu der Reihenschaltung aus dem ersten elektronischen Schaltelement 202 und dem zweiten
30 elektronischen Schaltelement 206. Durch entsprechende Ansteuerung des ersten elektronischen Schaltelements 202 und des zweiten elektronischen Schaltelements 206 durch eine Steuereinrichtung des Stromrichters kann erreicht werden, dass zwischen dem ersten Modulanschluss 212 und dem zweiten
35 Modulanschluss 215 entweder die Spannung des Energiespeichers 210 ausgegeben wird oder keine Spannung ausgegeben wird (d.h. eine Nullspannung ausgegeben wird). Durch Zusammenwirken der Module der einzelnen Phasenmodulzweige kann so die jeweils

gewünschte Ausgangsspannung des Stromrichters erzeugt werden. Der Energiespeicher kann ein Kondensator sein (oder eine Zusammenschaltung aus mehreren Kondensatoren); die Spannung des Energiespeichers ist dann die Kondensatorspannung (oder
5 die Gesamtspannung der Zusammenschaltung).

Der Energiespeicher 210 ist mit einer Filterschaltung 220 versehen. Diese Filterschaltung 220 ist parallel zu dem Energiespeicher 210 geschaltet. Die Filterschaltung 220
10 verringert (dämpft) einen (unerwünschten) Wechselanteil in der Spannung des Energiespeichers 210. Im Ausführungsbeispiel ist die Spannung des Energiespeichers (Kondensatorspannung) eine Gleichspannung. Ein unerwünschter Wechselanteil ist eine Wechselspannung (Wechselspannungsanteil), der der
15 Gleichspannung überlagert ist. Diese Wechselspannung (Spannungsripple) hat im Allgemeinen eine Amplitude, die kleiner ist als die Gleichspannung.

Die Filterschaltung 220 weist einen Kondensator 224 und eine
20 Drossel 228 in einer Reihenschaltung auf. Schon mit diesen beiden Bauelementen würde die Filterschaltung 220 funktionieren; die Filterschaltung 220 würde dann einen passiven Saugkreis darstellen. Die Resonanzfrequenz f_{res} der Reihenschaltung aus dem Kondensator und der Drossel ist
25 vorzugsweise um den Faktor 1,2 bis 4, insbesondere um den Faktor 1,5 bis 3, größer als die Frequenz des Wechselanteils der Spannung des Energiespeichers. Dabei berechnet sich die Resonanzfrequenz f_{res} gemäß

30
$$f_{\text{res}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

Dabei ist L die Induktivität der Drossel 228 und C die Kapazität des Kondensators 224.

35 Die im Ausführungsbeispiel der Figur 2 dargestellte Filterschaltung 224 weist zusätzlich eine steuerbare Wechselspannungsquelle 232 auf. Ein Steuereingang zum

Ansteuern der Wechselspannungsquelle 232 ist durch einen Pfeil symbolisiert. Diese steuerbare Wechselspannungsquelle 232 ist in Reihe zu dem Kondensator 224 und der Drossel 228 geschaltet. Die Filterschaltung 220 ist also eine aktive
5 Filterschaltung 220. Dadurch ist die Filterschaltung 220 noch vielseitiger einsetzbar als ein passiver Saugkreis. Beispielsweise kann mittels eines passiven Saugkreises nur ein Wechselanteil mit einer Frequenz verringert (gedämpft) werden. Mit der dargestellten aktiven Filterschaltung 220
10 können jedoch auch Wechselanteile mit verschiedenen Frequenzen verringert werden.

Die steuerbare Wechselspannungsquelle 232 verfügt über eine eigene Energiequelle (Energiespeicher). Daher ist die
15 steuerbare Wechselspannungsquelle 232 in der Lage, eine Wechselspannung mit wählbarer Amplitude, Frequenz und/oder Phasenlage zu erzeugen und in dem Modul wirksam werden zu lassen. Zum Beispiel kann die steuerbare Wechselspannungsquelle derart angesteuert werden, dass die
20 Wechselspannungsquelle eine Wechselspannung erzeugt, die dieselbe Frequenz und eine entgegengesetzte Phasenlage wie der Wechselanteil aufweist. Im Idealfall kann die erzeugte Wechselspannung auch dieselbe Amplitude wie der Wechselanteil aufweisen. Diese Wechselspannung gelangt (über den
25 Kondensator 224 und die Drossel 228) zu dem Energiespeicher 210 und sorgt dafür, dass der Wechselanteil in der Spannung des Energiespeichers verringert oder sogar vollständig beseitigt wird.

Die steuerbare Wechselspannungsquelle 232 ist im Ausführungsbeispiel ein Stromrichter 232, insbesondere ein Wechselrichter 232. Dieser Stromrichter verfügt über eine eigene Energiequelle in Form eines Kondensators, der auf eine Gleichspannung aufgeladen ist. Daher ist der Stromrichter 232
30 in der Lage, eine Wechselspannung mit wählbarer Frequenz und Phasenlage zu erzeugen.

Der Stromrichter 232 kann insbesondere eine Vollbrückenschaltung aufweisen. Der Stromrichter 232 kann also vier elektronische Schaltelemente und die elektrische Energiequelle/Energiespeicher in einer Vollbrückenschaltung aufweisen. Die steuerbare Wechselspannungsquelle 232 / der Stromrichter 232 kann also insbesondere gleichartig aufgebaut sein wie das in Figur 3 dargestellte Vollbrückenmodul 300 ohne die Filterschaltung 220. Die vier elektronischen Schaltelemente des Stromrichters 232 können vorteilhafterweise schnell schalten, brauchen aber nur eine geringe Stromtragfähigkeit zu haben (geringer als die Stromtragfähigkeit des ersten elektronischen Schaltelements 202 und des zweiten elektronischen Schaltelements 206). Es ist insbesondere ausreichend, wenn die Bemessungsleistung des Stromrichters 232 zwischen 5% und 30% der Bemessungsleistung des Moduls 200, insbesondere zwischen 10% und 20% der Bemessungsleistung des Moduls 200, beträgt. Es handelt sich also bei dem Stromrichter 232 um einen Stromrichter kleiner Leistung. Daher ist der Stromrichter 232 vergleichsweise einfach und kostengünstig herstellbar. Der Stromrichter kann auch mehrere in Reihe geschaltete Vollbrückenschaltungen aufweisen, dann kann insbesondere auch die Größe der erzeugten Wechselspannung variiert werden.

In Figur 3 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Moduls 300 des modularen Multilevelstromrichters 1 dargestellt. Bei dem Modul 300 kann es sich beispielsweise um eines der in Figur 1 dargestellten Module 1_1 ... 6_n handeln. Es können auch mehrere oder alle Module des modularen Multilevelstromrichters 1 so ausgestaltet sein wie das dargestellte Modul.

Neben den bereits aus Figur 2 bekannten ersten elektronischen Schaltelement 202, zweiten elektronischen Schaltelement 206, erster Freilaufdiode 204, zweiter Freilaufdiode 208 und Energiespeicher 210 weist das in Figur 3 dargestellte Modul 300 ein drittes elektronisches Schaltelement 302 mit einer antiparallel geschalteten dritten Freilaufdiode 304 sowie ein

viertes elektronisches Schaltelement 306 mit einer vierten antiparallel geschalteten Freilaufdiode 308 auf. Das dritte elektronische Schaltelement 302 und das vierte elektronische Schaltelement 306 sind jeweils als ein IGBT ausgestaltet. Im
5 Unterschied zur Schaltung der Figur 2 ist der zweite Modulanschluss 315 nicht mit dem zweiten elektronischen Schaltelement 206 elektrisch verbunden, sondern mit einem Mittelpunkt (Verbindungspunkt) einer elektrischen Reihenschaltung aus dem dritten elektronischen Schaltelement
10 302 und dem vierten elektronischen Schaltelement 306.

Das Modul 300 der Figur 3 ist ein sogenanntes Vollbrücken-Modul 300. Dieses Vollbrücken-Modul 300 zeichnet sich dadurch aus, dass bei entsprechender Ansteuerung der vier
15 elektronischen Schaltelemente zwischen dem ersten Modulanschluss 212 und dem zweiten Modulanschluss 315 wahlweise entweder die positive Spannung des Energiespeichers 210, die negative Spannung des Energiespeichers 210 oder eine Spannung des Wertes Null (Nullspannung) ausgegeben werden
20 kann. Somit kann also mittels des Vollbrückenmoduls 300 die Polarität der Ausgangsspannung umgekehrt werden. Der Multilevelstromrichter 1 kann entweder nur Halbbrücken-Module 200, nur Vollbrücken-Module 300 oder auch Halbbrücken-Module 200 und Vollbrücken-Module 300 aufweisen.

25 Der Energiespeicher 210 ist mit einer Filterschaltung 220 versehen. Diese Filterschaltung 220 ist parallel zu dem Energiespeicher 210 geschaltet. Die Filterschaltung 220 entspricht der oben im Zusammenhang mit dem
30 Ausführungsbeispiel der Figur 2 beschriebenen Filterschaltung. In den folgenden Figuren ist ein weiteres Ausführungsbeispiel dargestellt.

In Figur 4 ist ein modularer Multilevelstromrichter 402
35 dargestellt, der über eine Anschlussschiene S und einen Transformator 406 an ein elektrisches Energieversorgungsnetz 401 angeschlossen ist. Mittels einer Strommesseinrichtung 403 wird der durch den Stromrichter 402 fließende Strom gemessen;

mittels einer Spannungsmesseinrichtung 404 wird die an dem Stromrichter 402 anliegende Spannung (Anschlussspannung des Stromrichters) gemessen. Die Strommesswerte und die Spannungsmesswerte werden zu einer Ansteuereinheit 405
5 (Ansteuereinheit 405 für den Stromrichter) übertragen und dort verarbeitet. Die Ansteuereinheit 405 wird weiterhin mit Sollwerten SW für den Multilevelstromrichter 402 versorgt. Die Ansteuereinheit 405 kontrolliert den Multilevelumrichter 402; die Ansteuereinheit 405 steuert den
10 Multilevelstromrichter 402 an.

In Figur 5 ist ein erstes Ausführungsbeispiel für den Multilevelstromrichters 402 dargestellt. Dieses Ausführungsbeispiel weist drei Konvertermodule 410
15 (Stromrichtermodule 410) des Multilevelstromrichters 402 auf. Die Konvertermodule 410 sind in Dreieck verschaltet (Dreieckschaltung) und an ein dreiphasiges Netz mit den Anschlüssen L1, L2 und L3 angeschlossen.

20 In Figur 6 ist ein zweites Ausführungsbeispiel für den Multilevelstromrichters 402 dargestellt. Dieses Ausführungsbeispiel weist sechs Konvertermodule 410 des Stromrichters 402 auf. Die sechs Konvertermodule 410 (Phasenmodulzweige) sind in einer Brückenschaltung angeordnet
25 und an ein dreiphasiges Netz mit den Anschlüssen L1, L2 und L3 angeschlossen. Der Stromrichter weist weiterhin einphasigen Ausgänge Y1 und Y2 auf (zum Beispiel Gleichspannungsausgänge Y1 und Y2).

30 In Figur 7 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel für den Multilevelstromrichters 402 dargestellt, welches eine weitere dreiphasige Zusammenschaltung der Konvertermodule 410 aufweist. Die Konvertermodule 410 sind in einer Sternanordnung (Sternschaltung) zusammengeschaltet, wobei an
35 dem Sternpunkt ein Rückleiter N angeschlossen ist.

In Figur 8 sind drei Ausführungsbeispiele 410a, 410b und 410c für Konvertermodule 410 näher dargestellt. Jedes

Konvertermodul 410 weist Wechselspannungsanschlüsse AC1 und AC2 auf. Der durch das Konvertermodul 410 fließende Strom $i_{\text{conv}}(t)$ wird jeweils mittels einer Strommesseinrichtung 411 gemessen (Konvertermodulstrommessung). Jedes Konvertermodul
5 410 weist mehrere Module 413 auf.

Das Konvertermodul 410a weist eine Reihenschaltung aus einer Koppelinduktivität 412 und mehreren Vollbrücken-Modulen 413a auf. Das Konvertermodul 410b weist eine Reihenschaltung aus
10 einer Koppelinduktivität 412 und mehreren Halbbrücken-Modulen 413b auf. Das Konvertermodul 410c weist eine Reihenschaltung von einer Koppelinduktivität 412, mehreren Vollbrücken-Modulen 413a und mehreren Halbbrücken-Modulen 413b auf (gemischte Bestückung mit Vollbrücken-Modulen 413a und
15 mehreren Halbbrücken-Modulen 413b).

In Figur 9 ist dargestellt, dass das Vollbrücken-Modul 413a ein Powermodul 414a (in Vollbrückenschaltung) aufweist, an dessen Zwischenkreis ein Kondensatormodul 415 und parallel
20 dazu die Filterschaltung 416 (Filtermodul 416) angeschlossen ist.

Das Halbbrücken-Modul 413b weist ein Powermodul 414b (in Halbbrückenschaltung) auf, an dessen Zwischenkreis ein
25 Kondensatormodul 415 und parallel dazu die Filterschaltung 416 (Filtermodul 416) angeschlossen sind.

In Figur 10 ist das Powermodul 414a dargestellt, welches eine Vollbrückenschaltung aufweist. Das Powermodul 414a weist 4
30 Halbleiterschalter 418 auf (Halbleiterschalter S1 bis S4). Geeignete Halbleiterschalter S1 bis S4 sind z.B. IGBT, IGCT, IEGT oder MOSFET.

In Figur 11 ist das Powermodul 414b dargestellt, welches eine
35 Halbbrückenschaltung aufweist. Das Powermodul 414b weist 2 Halbleiterschalter 418 auf (Halbleiterschalter S1 und S2). Geeignete Halbleiterschalter S1 und S2 sind z.B. IGBT, IGCT, IEGT oder MOSFET.

In Figur 12 ist das Kondensatormodul 415 dargestellt. Das Kondensatormodul 415 weist einen Kondensator 420 auf, der die Zwischenkreisspannung puffert, und eine parallelgeschaltete Spannungsmesseinrichtung 419a für die Kondensatorspannungsmessung. Im Allgemeinen enthält das Kondensatormodul den elektrischen Energiespeicher des Moduls des modularen Multilevelstromrichters.

In Figur 13 ist die Filterschaltung 416 (Filtermodul 416) dargestellt. Die Filterschaltung 416 weist eine Reihenschaltung aus dem Filterkondensator 421, der Filterdrossel 422 und einem Wechselrichter 423 (insbesondere einem Wechselrichter kleiner Leistung 423) auf. Der Strom durch den Wechselrichter 423 wird mittels einer Strommesseinrichtung 424 gemessen (Filterstrommessung). Ebenso wird mittels einer Spannungsmesseinrichtung 419b (Spannungsmessgerät 419b) die über der Filterschaltung anliegende Spannung gemessen. Die Spannungsmesswerte und die Strommesswerte werden der Wechselrichteransteuereinheit 425 zugeführt. (Dabei kann die Spannungsmesseinrichtung 419a der Figur 12 und die Spannungsmesseinrichtung 419b der Figur 13 auch durch nur eine einzige Spannungsmesseinrichtung realisiert sein. Beide Spannungsmesseinrichtungen 419a und 419b messen die Energiespeicherspannung, hier die Kondensatorspannung.) Basierend auf den zugeführten Messwerten ermittelt die Wechselrichteransteuereinheit 425 die Schaltbefehle für den Wechselrichter 423.

Es wurde ein Modul und ein Verfahren zum Verringern eines Wechselanteils bei einem Modul beschrieben, bei denen eine Filterschaltung (insbesondere ein aktiver Saugkreis) verwendet wird, um unerwünschte Wechselanteile (Spannungsripple) in der Kondensatorspannung des Moduls kontrolliert zu dämpfen. Damit ergibt sich ein Modul für einen modularen Multilevelstromrichter, das (im Idealfall) keinen Wechselanteil in dessen Energiespeicherspannung (z.B. Kondensatorspannung) aufweist. Dies wird bevorzugt dadurch

erreicht, dass parallel zu dem Energiespeicher (z.B. Kondensator) des Moduls eine Reihenschaltung aus einer Filterdrossel, einem Filterkondensator und einem Wechselrichter kleiner Leistung (ca. 10 bis 20% der Bemessungsleistung des Moduls) angeschlossen ist. Der Wechselrichter dämpft den Wechselanteil der Kondensatorspannung; der Wechselrichter wird so angesteuert, dass ein aktiver Saugkreis entsteht.

Das Modul und das Verfahren weisen insbesondere folgende Vorteile auf:

- Bessere Ausnutzbarkeit der von dem Modul ausgegebenen Spannung aufgrund einer höheren und gleichmäßigeren Kondensatorspannung und/oder Reduktion der Kondensatorkapazität möglich.
- Kleine Bauelemente beim aktiven Saugkreis sind ausreichend, da die natürliche Resonanzfrequenz des Saugkreises höherfrequenter als die Frequenz des Wechselanteils der Kondensatorspannung ausgelegt werden kann.
- Die Resonanzfrequenz des aktiven Saugkreises ist (mittels der steuerbaren Wechselspannungsquelle) auf unterschiedliche Netzfrequenzen einstellbar.

Aufgrund der besseren Ausnutzung der Module (d.h. der besseren Ausnutzbarkeit der Modulspannungen) kann die Anzahl der in einem Stromrichter verbauten Module reduziert werden. Außerdem treten an den Stromrichteranschlüssen weniger (insbesondere durch Modulationseffekte verursachte) Spannungsverzerrungen auf. Dadurch wird die Störabstrahlung reduziert (EMV und RFI), was den Installationsaufwand vereinfacht.

Patentansprüche

1. Modul (200) eines modularen Multilevelstromrichters (1),
das ein erstes elektronisches Schaltelement (202), ein
5 zweites elektronisches Schaltelement (206) und einen
elektrischen Energiespeicher (210) aufweist,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass
- der Energiespeicher (210) mit einer Filterschaltung (220)
versehen ist, die einen Wechselanteil in der Spannung des
10 Energiespeichers (210) verringert.
2. Modul nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass
- die Filterschaltung (220) einen Kondensator (224) und eine
15 Drossel (228) aufweist.
3. Modul nach Anspruch 2,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass
- die Filterschaltung (220) eine Reihenschaltung aus dem
20 Kondensator (224) und der Drossel (228) aufweist.
4. Modul nach Anspruch 3,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass
- die Resonanzfrequenz der Reihenschaltung aus dem
25 Kondensator (224) und der Drossel (228) um den Faktor 1,2 bis
4, insbesondere um den Faktor 1,5 bis 3, größer ist als die
Frequenz des Wechselanteils der Spannung des Energiespeichers
(210).
- 30 5. Modul nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass
- die Filterschaltung (220) eine aktive Filterschaltung ist.
6. Modul nach einem der Ansprüche 2 bis 5,
35 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass
- die Filterschaltung (220) eine Reihenschaltung aus dem
Kondensator (224), der Drossel (228) und einer steuerbaren
Wechselspannungsquelle (232) aufweist.

7. Modul nach Anspruch 6,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass
- die steuerbare Wechselspannungsquelle ein Stromrichter
5 (232), insbesondere ein Wechselrichter (232), ist.

8. Modul nach Anspruch 6 oder 7,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass
- die steuerbare Wechselspannungsquelle (232) eine
10 Vollbrückenschaltung aufweist.

9. Modul nach einem der Ansprüche 6 bis 8,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass
- die Bemessungsleistung des Stromrichters (232) zwischen 5%
15 und 30% der Bemessungsleistung des Moduls (200), insbesondere
zwischen 10% und 20% der Bemessungsleistung des Moduls (200),
beträgt.

10. Modul nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
20 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass
- die Filterschaltung (220) parallel zu dem Energiespeicher
(210) geschaltet ist.

11. Modul nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
25 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass
- das erste elektronische Schaltelement (202) und das zweite
elektronische Schaltelement (206) in einer
Halbbrückenschaltung angeordnet sind.

30 12. Modul nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass
- das Modul (300) ein drittes elektronisches Schaltelement
(302) und ein viertes elektronisches Schaltelement (306)
aufweist, wobei das erste elektronische Schaltelement (202),
35 das zweite elektronische Schaltelement (206), das dritte
elektronische Schaltelement (302) und das vierte
elektronische Schaltelement (306) in einer
Vollbrückenschaltung angeordnet sind.

13. Modularer Multilevelstromrichter (1) mit mindestens einem Modul (200, 300) nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

5 14. Verfahren zum Verringern eines Wechselanteils bei einem Modul (200) eines modularen Multilevelstromrichters (1), das ein erstes elektronisches Schaltelement (202), ein zweites elektronisches Schaltelement (206) und einen elektrischen
10 - mittels einer an den Energiespeicher (210) angeschlossenen Filterschaltung (220) ein in der Spannung des Energiespeichers (210) auftretender Wechselanteil verringert wird.

15 15. Verfahren nach Anspruch 14,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass
- die Filterschaltung (220) eine Reihenschaltung aus einem Kondensator (224), einer Drossel (228) und einer steuerbaren
20 Wechselspannungsquelle (232) aufweist, und die steuerbare Wechselspannungsquelle (232) derart angesteuert wird, dass diese eine Wechselspannung erzeugt, die dieselbe Frequenz und eine entgegengesetzte Phasenlage wie der Wechselanteil aufweist.

25 16. Verfahren nach Anspruch 15,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass
- die steuerbare Wechselspannungsquelle ein Stromrichter (232), insbesondere ein Wechselrichter (232), ist.

30 17. Verfahren nach Anspruch 15 oder 16,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass
- die steuerbare Wechselspannungsquelle (232) eine Vollbrückenschaltung aufweist.

35 18. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 17,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass
- die Filterschaltung (220) parallel zu dem Energiespeicher (210) geschaltet ist.

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 18,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass
- das erste elektronische Schaltelement (202) und das zweite
5 elektronische Schaltelement (206) in einer
Halbbrückenschaltung angeordnet sind.

20. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 19,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass
10 - das Modul (300) ein drittes elektronisches Schaltelement
(302) und ein viertes elektronisches Schaltelement (306)
aufweist, wobei das erste elektronische Schaltelement (202),
das zweite elektronische Schaltelement (206), das dritte
elektronische Schaltelement (302) und das vierte
15 elektronische Schaltelement (306) in einer
Vollbrückenschaltung angeordnet sind.

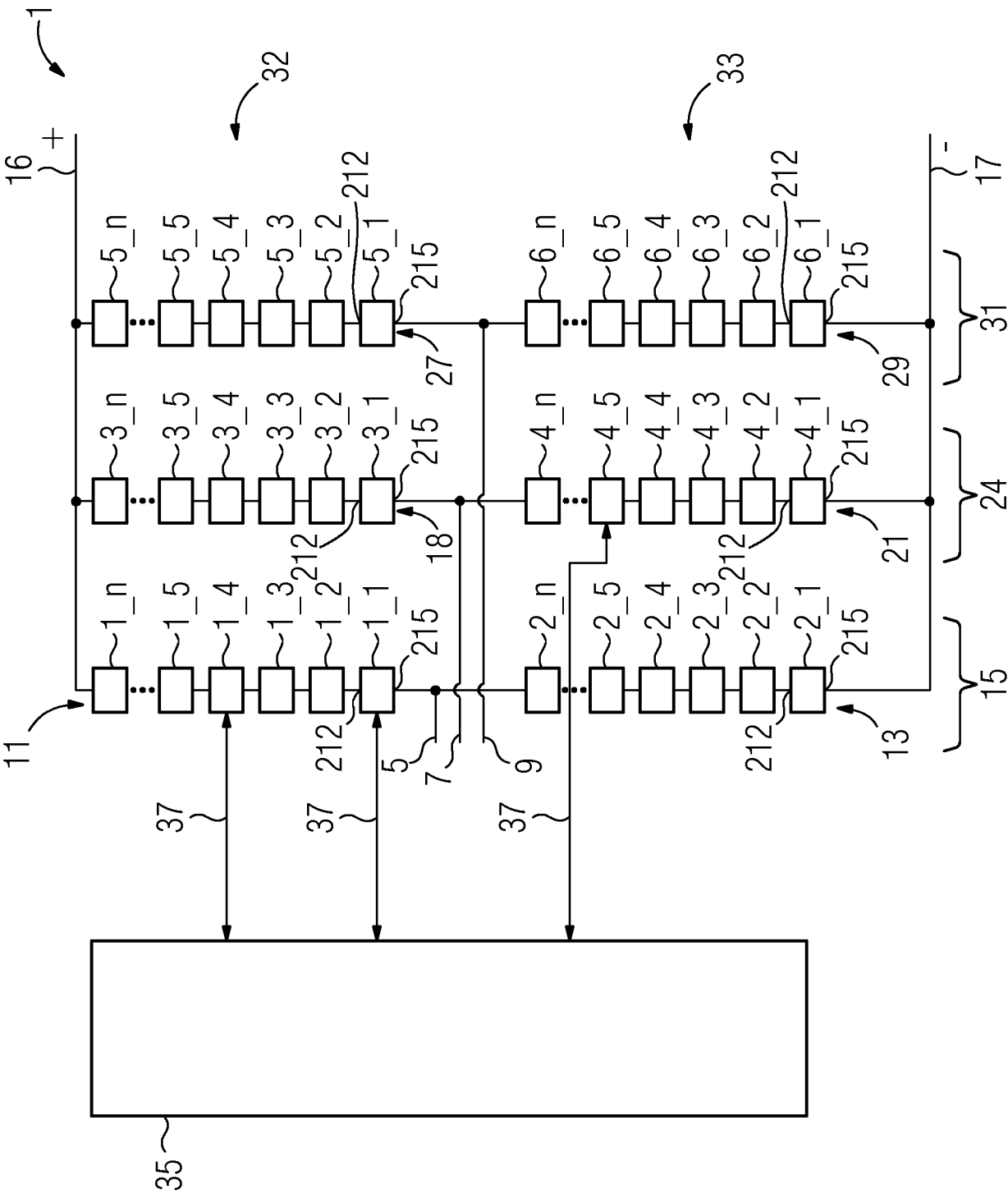


FIG 1

FIG 2

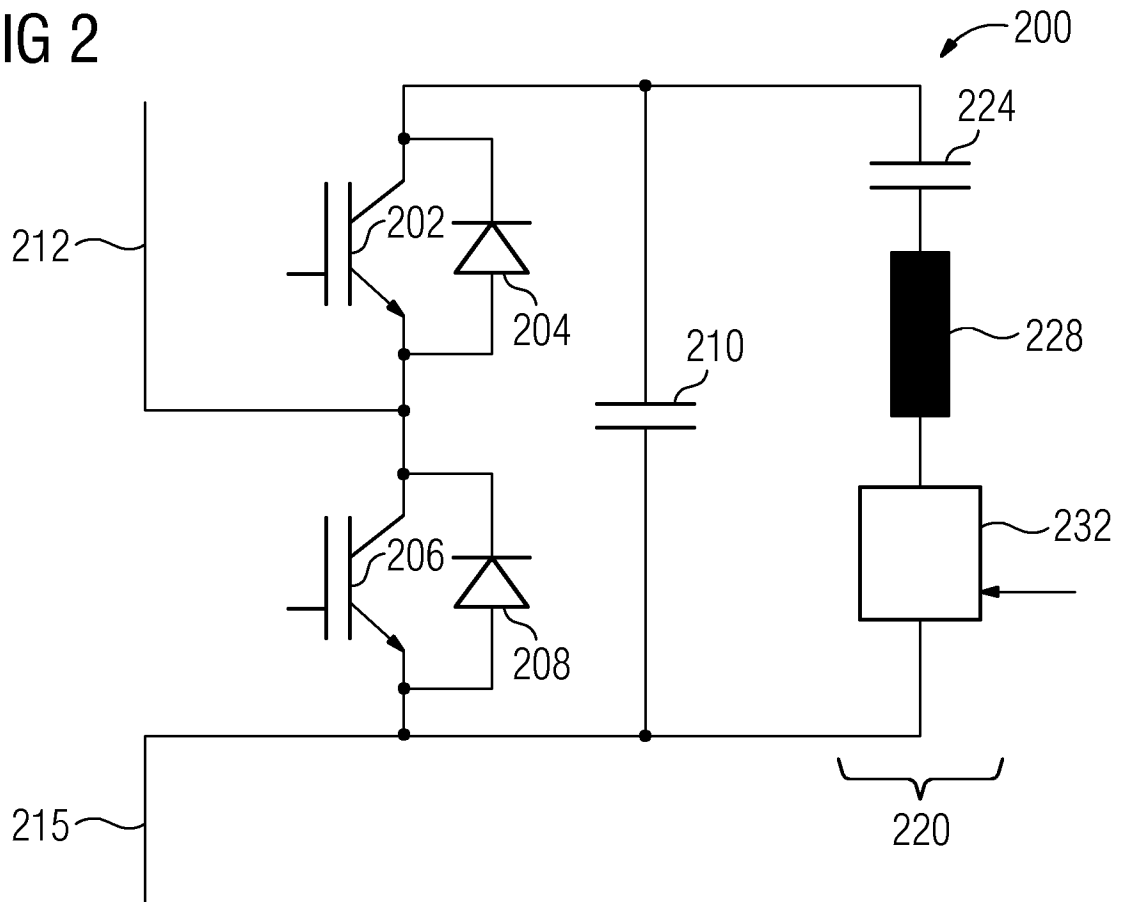


FIG 3

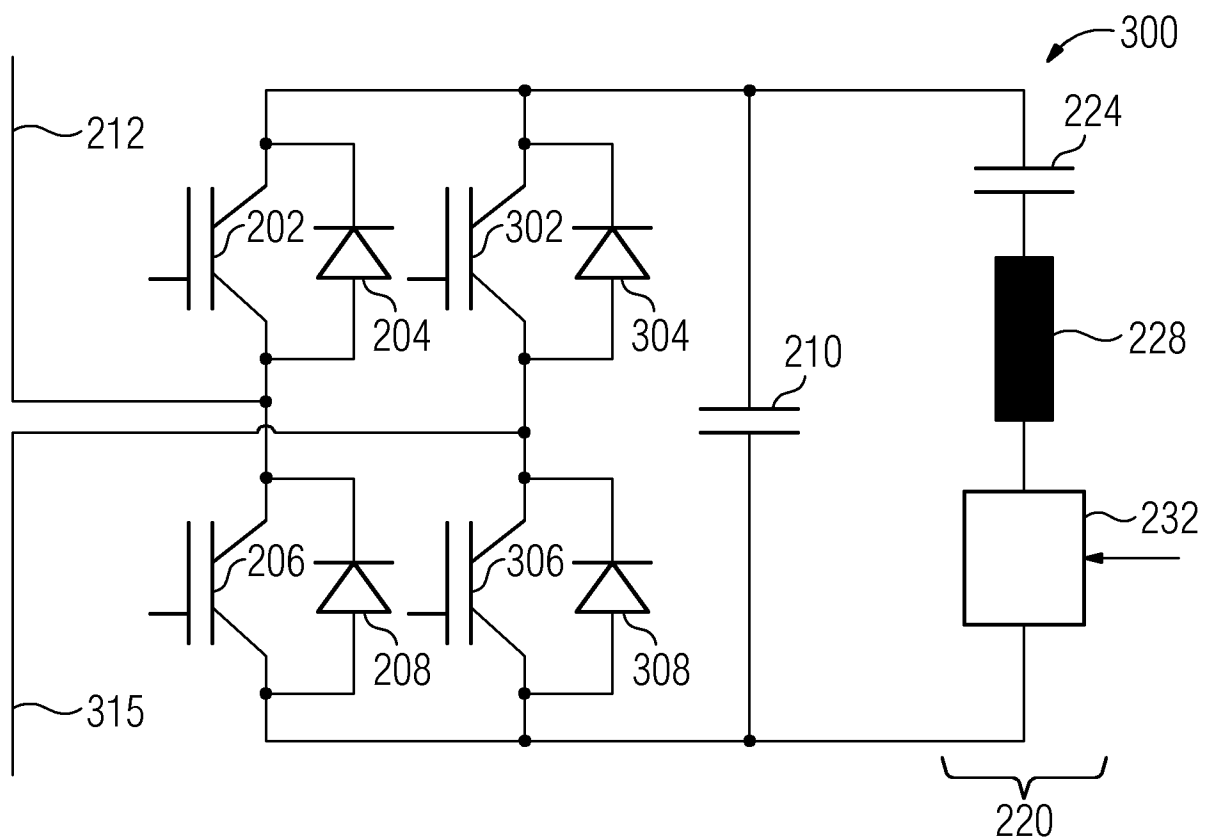


FIG 4

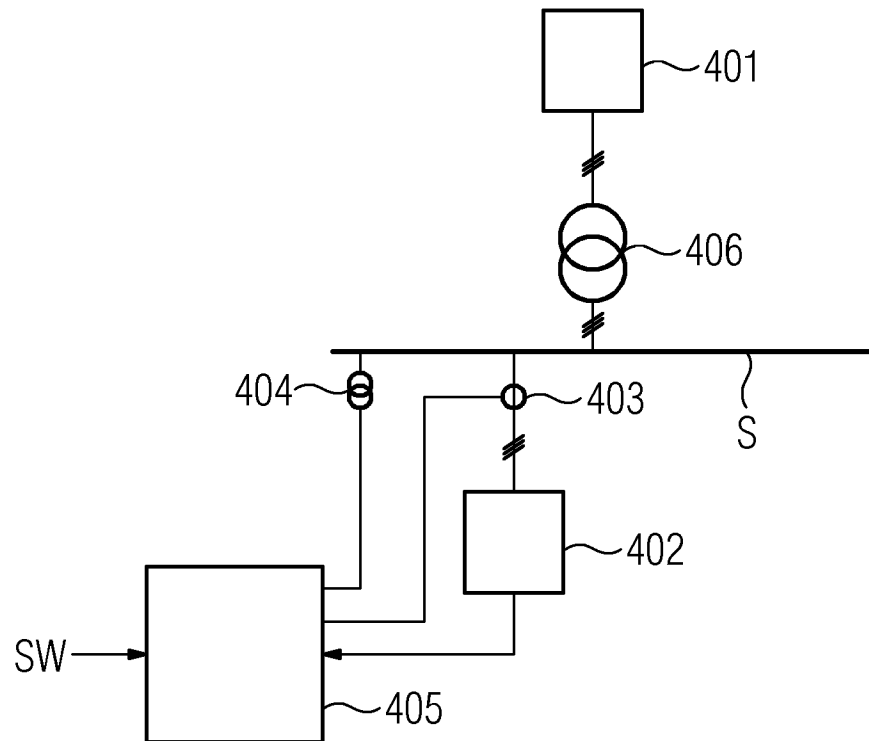
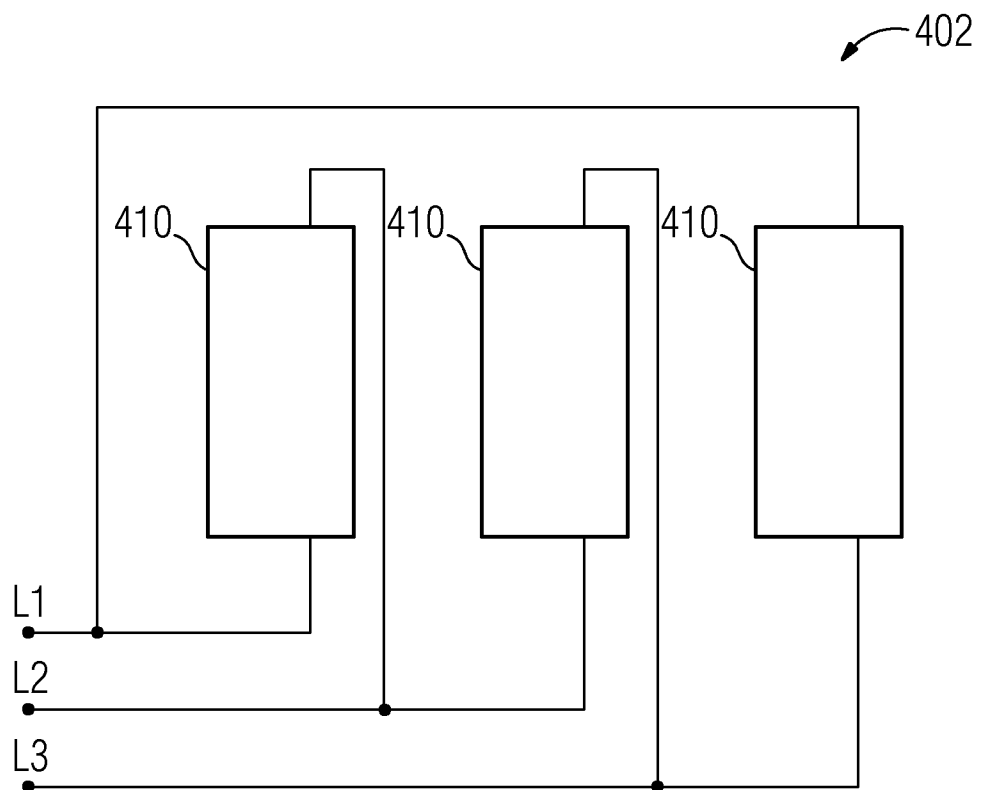


FIG 5



4/8

FIG 6

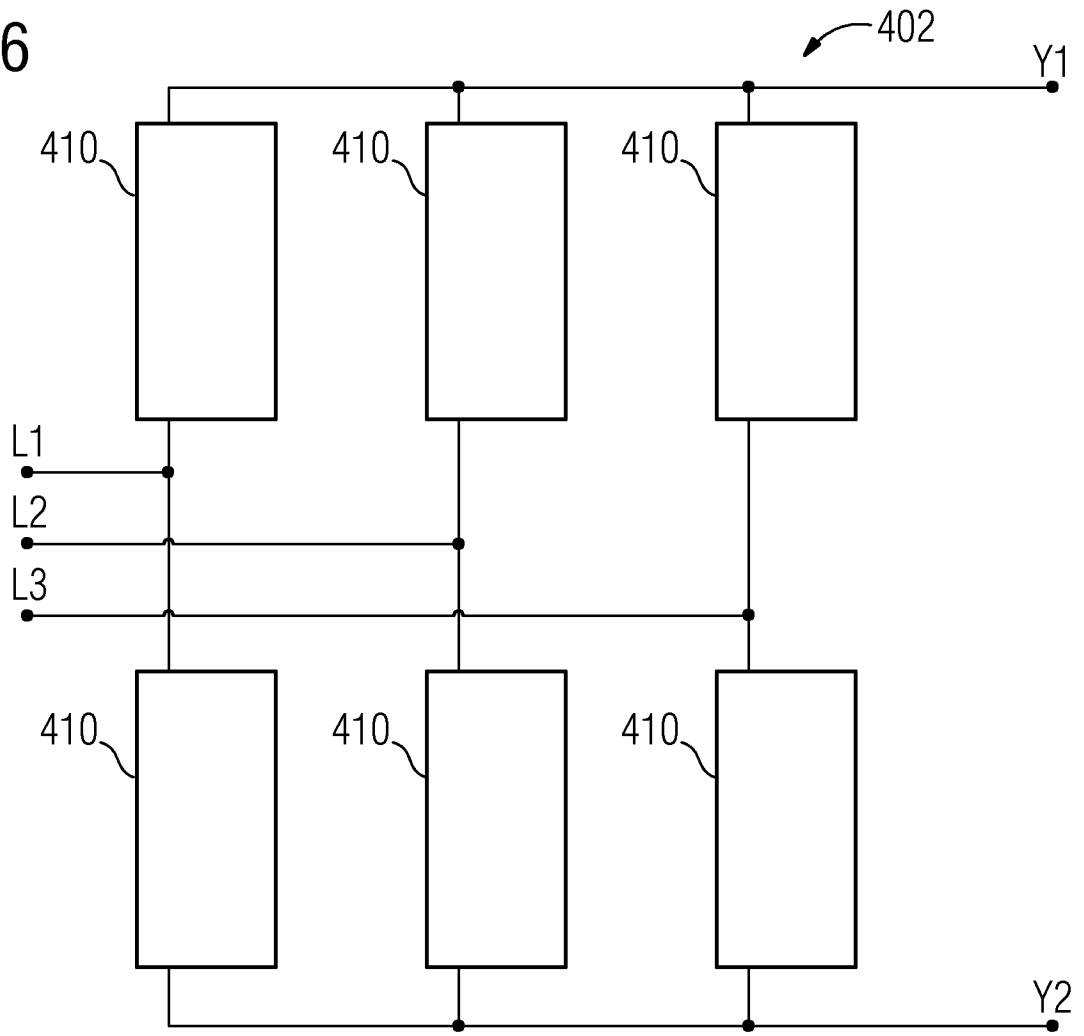


FIG 7

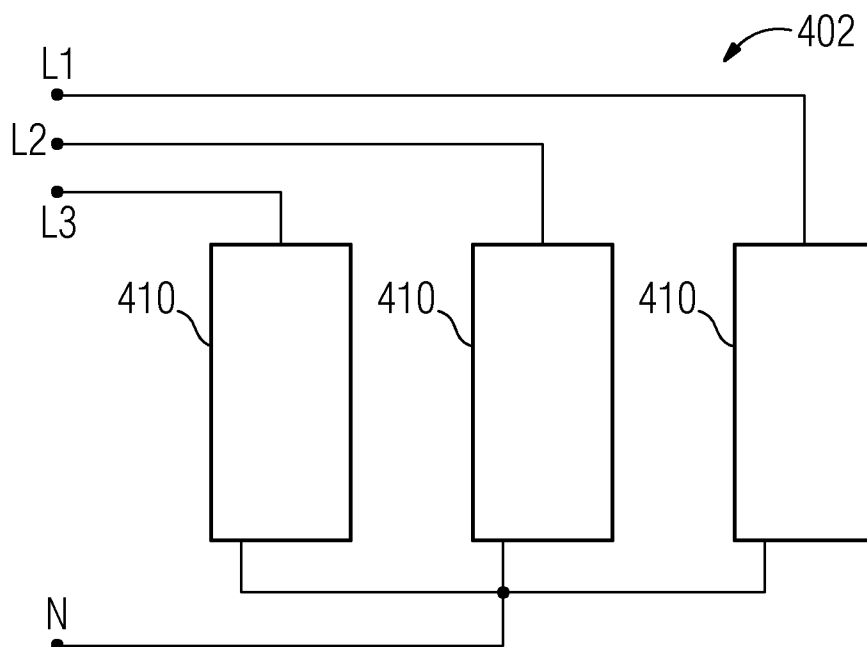


FIG 8

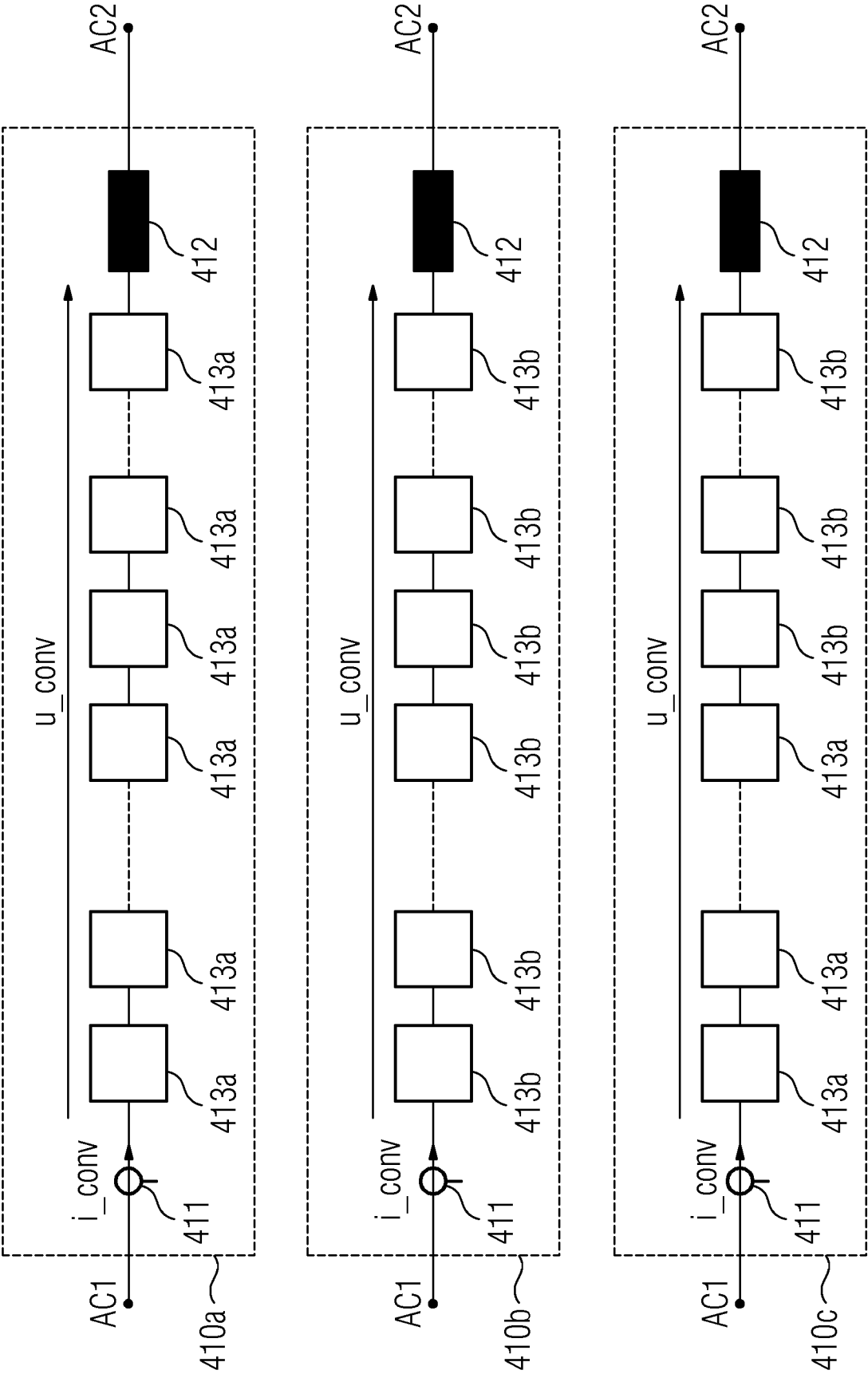


FIG 9

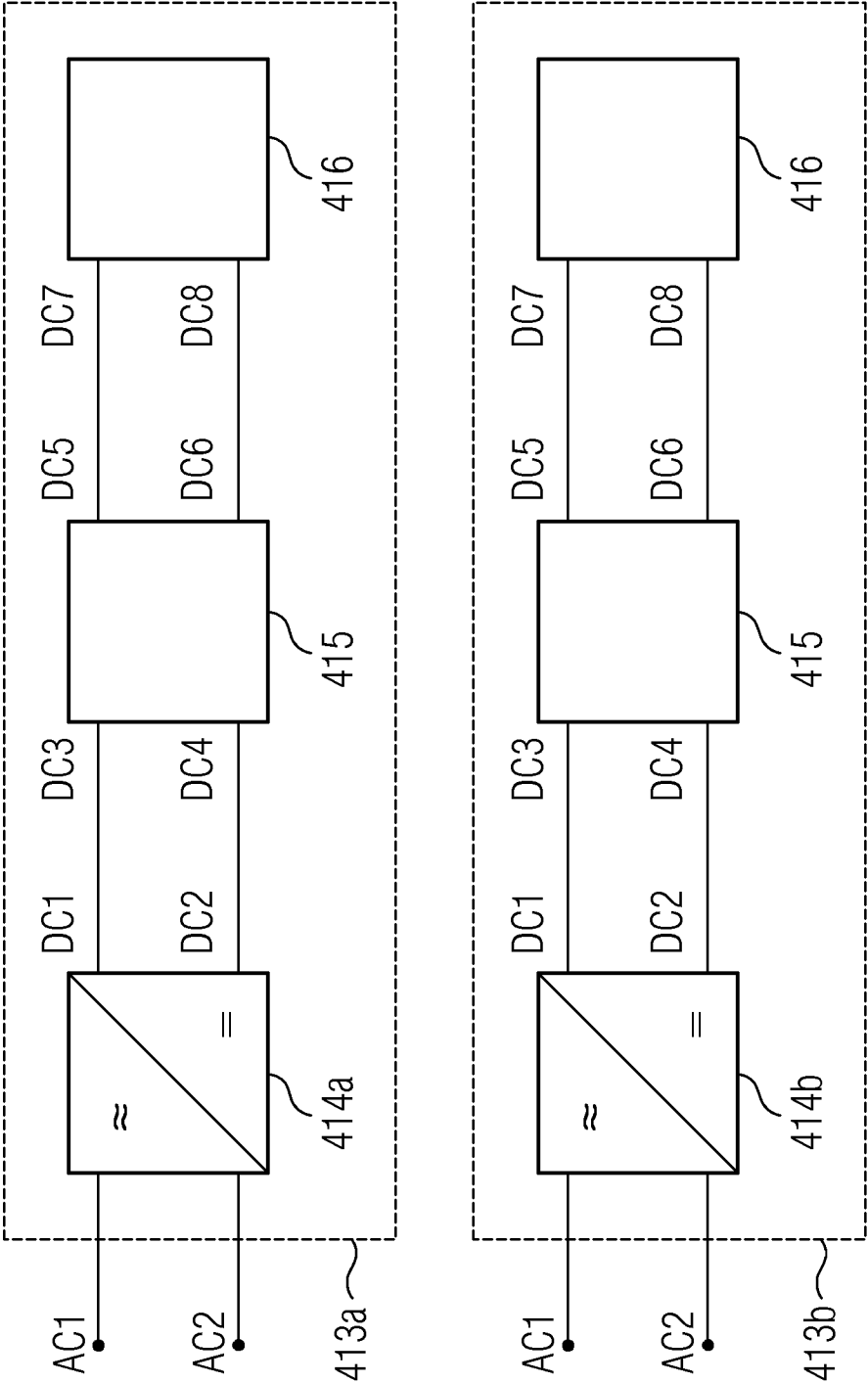


FIG 10

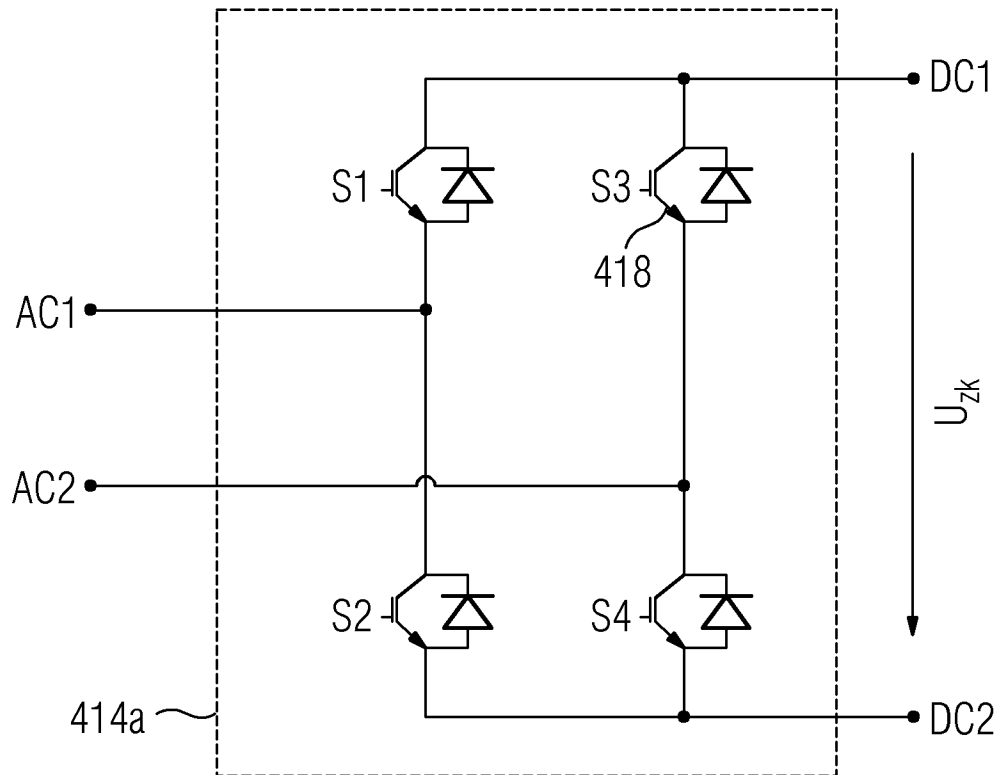


FIG 11

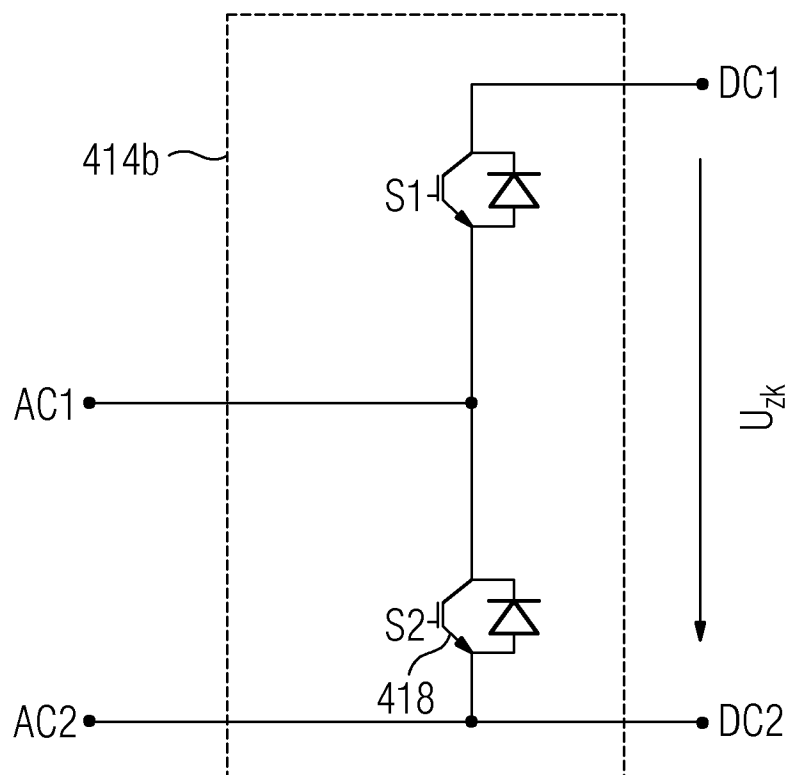


FIG 12

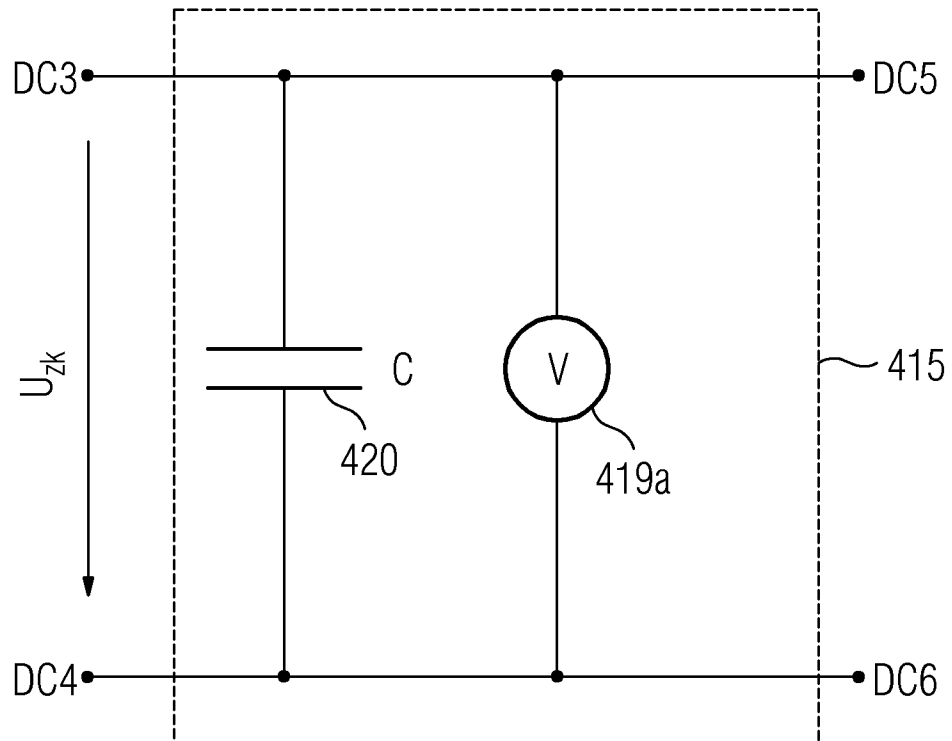
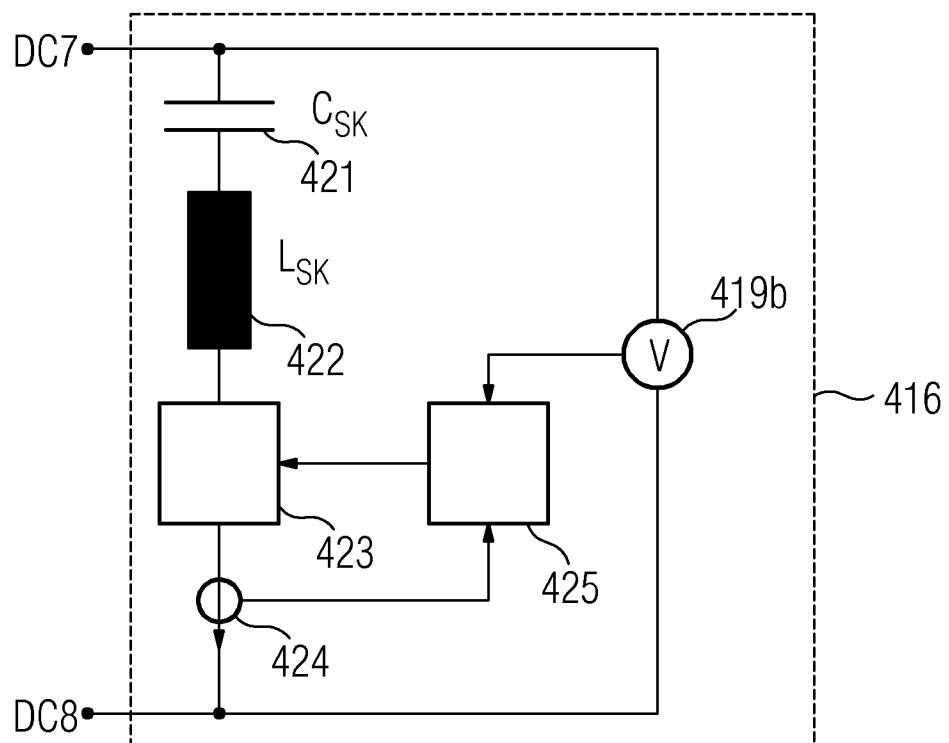


FIG 13



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/050098

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H02M 7/483**(2007.01)i; **H02M 1/12**(2006.01)i; **H02M 1/14**(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H02M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2017001024 A1 (ABB SCHWEIZ AG [CH]) 05 January 2017 (2017-01-05) pages 3,7,8,12; figures 3,4,5; table 1	1-5,10-14,18-20
X	TAVAKOLI BINA M ET AL. "Combined DC-Filter and optimized Modulation to Absorb DC-Link Oscillations of Cascaded H-Bridge Converters" <i>POWER ELECTRONICS AND DRIVE SYSTEMS, 2007. PEDS '07. 7TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON, IEEE, PISCATAWAY, NJ, USA, 27 November 2007 (2007-11-27), pages 860-864</i> ISBN: 978-1-4244-0644-9. XP031242615 page 861, left column; figures 2a, 2b	1-3,5-20



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

20 September 2019

Date of mailing of the international search report

01 October 2019

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Zeljko, Sandra

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2019/050098

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO	2017001024	A1	05 January 2017	NONE	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. H02M7/483 H02M1/12 H02M1/14 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) H02M		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 2017/001024 A1 (ABB SCHWEIZ AG [CH]) 5. Januar 2017 (2017-01-05) Seiten 3,7,8,12; Abbildungen 3,4,5; Tabelle 1	1-5, 10-14, 18-20
X	----- TAVAKOLI BINA M ET AL: "Combined DC-Filter and optimized Modulation to Absorb DC-Link Oscillations of Cascaded H-Bridge Converters", POWER ELECTRONICS AND DRIVE SYSTEMS, 2007. PEDS '07. 7TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON, IEEE, PISCATAWAY, NJ, USA, 27. November 2007 (2007-11-27), Seiten 860-864, XP031242615, ISBN: 978-1-4244-0644-9 Seite 861, linke Spalte; Abbildungen 2a, 2b -----	1-3,5-20
☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
20. September 2019		01/10/2019
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Zeljkovic, Sandra

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

PCT/EP2019/050098

Im Recherchenbericht
angeführtes Patentdokument

Datum der
Veröffentlichung

Mitglied(er) der Patentfamilie

Datum der
Veröffentlichung

WO 2017001024	A1	05-01-2017	KEINE
---------------	----	------------	-------